



UFRJ

FABIANA PEREIRA COELHO

AREIA INDUSTRIAL PARA VIDRO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO:
CONSUMIDORES E PRODUTORES. **(TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO)**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Geologia

Setor: Geologia Econômica

**UFRJ
Rio de Janeiro
2006**



UFRJ

FABIANA PEREIRA COELHO

**AREIA INDUSTRIAL PARA VIDRO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO:
CONSUMIDORES E PRODUTORES**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
em Geologia, Instituto de Geociências, da
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ,
como requisito necessário para obtenção do
grau de Bacharel em Geologia.

Orientador:

PROF.º DR. JOSÉ MARIO COELHO

Rio de Janeiro
MAIO/2006

FICHA CATALOGRÁFICA

Coelho, Fabiana Pereira.

Areia Industrial para Vidro no Estado do Rio de Janeiro: Consumidores e Produtores / Fabiana Pereira Coelho – Rio de Janeiro, 2006.

X. 27, f. A4.

Monografia (Bacharelado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Instituto de Geociências – Departamento de Geologia, 2006.

Orientador: José Mario Coelho

1 areia industrial 2 minerais industriais 3 industria de vidro

- Monografia. I. Coelho, J. M. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Departamento de Geologia.

Fabiana Pereira Coelho

Areia Industrial para Vidro no Estado do Rio de Janeiro: Consumidores e Produtores.

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
em Geologia, Instituto de Geociências, da
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ,
como requisito necessário para obtenção do
grau de Bacharel em Geologia.

Orientador:

Prof.º Dr. José Mario Coelho

Aprovada em: 12/05/2006

Por:

Orientador: Dr. José Mario Coelho, UFRJ

Prof. Dr. Edson Farias Mello, UFRJ.

Eng. de Minas Bernardo Piquet, Consultor

Rio de Janeiro

Dedico a Deus, meu grande mestre, a Anastácia, minha guia, meus pais, Manuel e Cerizia, minha irmã, Flavia, minha tia, Marilda e a meus sobrinhos que tanto amo, Agnes e João Victor, meu cunhado, João José e ao meu namorado, Henrique. E principalmente a minha avó, Margarida (*in memoriam*).

Agradecimentos

Agradeço a Universidade Federal do Rio de Janeiro, pelo suporte e oportunidade de adquirir conhecimento e ensinamentos que serão utilizados na minha vida profissional. Agradeço a todos os professores que de forma direta ou indiretamente foram fundamentais na minha formação. Principalmente aos Professores João Baptista e ao Orientador José Mario Coelho, pela ajuda nos momentos mais difíceis e todo apoio na minha vida acadêmica. Aos funcionários do departamento, Walgenor, Aluisio e Rosangela, que nunca mediram esforços para atender as necessidades acadêmicas durante os anos acadêmicos. Agradeço minha família pelo amor, carinho e compreensão da necessidade que tive ao longo do curso, pela ajuda fundamental em minha vida. Ao meu namorado, pelas aulas extras a mim fornecidas e o carinho dado nesse momento tão importante.

Agradeço, muito a meus amigos que estão longe e aos que adquiri na minha vida acadêmica. Aos alunos de geologia da turma de 2000. Aos que já estão graduados, aos que estão graduando ao meu lado e aos que ainda irão graduar (espero assim que terminem) e aos que se foram para seguir outro caminho, mas que sempre estarão em nossas memórias.

E por fim a minhas amigas: Daniella, Gilmara, Juliana, Priscilla e Vivian, obrigada a vocês e aos “meninos”, pelo apoio, as parcerias, as diversões entre outros dos melhores momentos, a grande necessidade de aprender e ao apoio nas lições mais difíceis.

Agradeço a todos que contribuíram para fosse possível à elaboração desse trabalho, aos profissionais ligados a outros setores e dos estágios por mim percorridos ao longo da vida acadêmica.

Obrigada Deus e Anastácia (Minha Santa de fé).

RESUMO

COELHO, Fabiana Pereira. Areia Industrial para Vidro no Estado do Rio de Janeiro: Consumidores e Produtores. Rio de Janeiro, 2006. x 27 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

Este trabalho analisa os mercados consumidor e produtor de areia industrial para a indústria de vidros no Estado do Rio de Janeiro. Foram contactadas diversas empresas listadas no DNPM, como produtora e potenciais entrantes deste insumo. Foram entrevistadas as principais empresas consumidoras desse insumo. É apresentado também um breve comentário sobre os condicionamentos geológicos das áreas já requeridas e concedidas para lavra do minério no Estado. Verificou-se que, atualmente, o Estado do Rio de Janeiro só possui uma empresa, denominada Mineração Santo Estevão, localizada no município de Quatis, explotando este tipo de areia, a partir do beneficiamento de quartzito. Após uma visita técnica a esta empresa, verificou-se que ela está se apresentando como um provável grande fornecedor às principais empresas consumidoras, o que possibilitará a minimização dos custos de transporte desse bem mineral, que atualmente, é adquirido de minerações localizadas, principalmente, no município de Descalvado -SP. A entrada da empresa Santo Estevão Mineração, na produção de areia industrial no Estado do Rio de Janeiro, em 2005, representou o principal evento desse setor nos últimos anos. Com a provável entrada, em médio prazo, do Grupo Santa Elina o mercado produtor de areia do Estado do Rio de Janeiro atenderá grande parte do consumo da indústria de vidro de menor custo.

Palavras-chaves: areia industrial, minerais industriais, indústria de vidro.

COELHO, Fabiana Pereira. Areia Industrial para Vidro no Estado do Rio de Janeiro: consumidores e produtores. Rio de Janeiro, 2006. x 27 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

ABSTRACT

This study analyses the market of industrial sand for the glass industry in the State of Rio de Janeiro. It was made a contact with several companies that were listed in the DNPM as producing and potential, they are going to do part of this raw material. The main companies consumers of this raw material were interviewed. A brief commentary on the geologic conditionings of the required areas and granted to the mining of the sand deposits in the State is also presented. It was verified that nowadays the State of Rio de Janeiro have just one company, called Santo Estevão Mine, located in the city of Quatis, that can exploitation this type of sand from the quartzite improvement. After a technique visit to this company was verified that it is presenting as probable a great supplier to the main companies consumers that will decrease the costs of transport of this mineral, at present it's acquired of located on mines, mainly, in the city of Descalvado – SP. The entrance of the Santo Estevão Mine company in the production of industrial sand in the State of Rio de Janeiro, in 2005, was represent the main event of this sector in these last years. With this probable entrance, on middle-term, of the Santa Elina Group the producer market of sand of the State of Rio de Janeiro will grant of major part of the glass's industry with less cost.

Keywords: industrial sand, industrial minerals, glass industry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Estado do Rio de Janeiro	7
Figura 2	Domínios tectono-magmáticos do Estado do Rio de Janeiro e áreas adjacentes	8
Figura 3	Material utilizado na reciclagem	14
Figura 4	Distribuição da produção de vidro por região – 1999	15
Figura 5	Participação de vendas no setor vidreiro	16
Figura 6	Quartzito compacto	21
Figura 7	Quartzito friável.	21
Figura 8	Quartzito caolinizado	21
Figura 9	Frente de lavra.	21
Figura 10	Instalações de beneficiamento da Mineradora Santo Estevão.	21
Figura 11	Instalações de beneficiamento da Mineradora Santo Estevão.	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Classificação de areias	2
Tabela 2	Preço do material reciclado	15
Tabela 3	Capacidade instalada do setor de vidro	16
Tabela 4	Relação de tipos de areia e situação legal junto ao DNPM no Rio de Janeiro	18

SUMÁRIO

Agradecimentos	vi
Resumo	vii
Abstract	viii
Lista de figuras	ix
Lista de tabelas	ix
Sumário	x
1 Introdução	1
1.1 Objetivo	1
1.1.1 Materiais e Métodos	1
1.2 Principais Características das Areias Industriais	2
1.2.1 Granulometria	2
1.2.2 Teor de Argilas AFS	3
1.2.3 Forma dos Grãos	3
1.2.4 Composição Mineralógica	3
1.2.5 Composição Química	3
1.2.6 Refratariedade	4
1.2.7 Permeabilidade	4
1.2.8 Coeficiente de Uniformidade	4
1.2.9 Ph	5
1.2.10 Demanda de Ácido	5
1.2.11 Teor de Umidade	5
1.3 Principais Especificações das Areias Industriais de Vidro	5
2 Área de Estudo	7
2.1 Geologia Regional do Rio de Janeiro	8
2.2 Geologia Econômica do Estado do Rio de Janeiro	10
2.3 Pesquisa de Campo	11
3 Mercado Consumidor	13
3.1 Matérias – Primas da Indústria de Vidro	13
3.2 Indústria de Vidro	15
3.3 Consumidores no Rio de Janeiro	17
4 Mercado Produtor de Areia Industrial	18
4.1 Evolução do Mercado Produtor no Estado do Rio de Janeiro	19
4.2 Mineração Santo Estevão	20
5 Conclusão	23
6 Bibliografia	25

1 - INTRODUÇÃO

O termo areia industrial pode ser definido como “... material de granulometria variada, composto essencialmente de sílica e que passou por um processo de beneficiamento ...” (Ferreira & Daitx, 2000a). As areias industriais apresentam um amplo universo de utilização, podendo ser subdividido de acordo com os tipos de indústrias: vidros (embalagens, vidros planos, vidros domésticos, fibras de vidro, vidros técnicos), cerâmica, abrasivos, fundição e siderurgia indústrias químicas (tintas e vernizes, silicato de sódio, fabricação de ácidos e de fertilizantes, defensivos agrícolas, produtos asfálticos, explosivos, silicato de chumbo) e construção civil (argamassa, cimento).

1.1 OBJETIVO

Nesse trabalho serão abordados os mercados consumidor e produtor de areia industrial para o setor vidreiro no Estado do Rio de Janeiro, caracterizando seu potencial e perspectivas, com intuito de distinguir o andamento do mercado.

Um outro ponto importante é a análise de possíveis áreas geológicas para extração desse bem mineral para o setor de vidro.

1.1.1 Materiais e Métodos

Inicialmente foi feita uma pesquisa bibliográfica referente à geologia regional do Estado do Rio de Janeiro e em relação às características técnicas e aplicações da areia industrial, visando principalmente o setor de vidro.

Posteriormente foi feita pesquisa no portal do DNPM para verificar a situação legal das empresas de mineração no Estado, referentes a areia. Também foram feitos contatos com as empresas fabricantes e consumidoras de vidro, para analisar o mercado consumidor de areia industrial. Como pesquisa de campo, foi realizada uma visita a mineração Santo Estevão atualmente atuando como única produtora de areia industrial e atendendo parcialmente ao setor de vidro.

1.2 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS AREIAS INDUSTRIAIS

As areias industriais são valorizadas pelas suas características físicas e químicas, podendo ser transportada a grandes distâncias. Segundo Ferreira & Daitx (2000) as principais características são:

1.2.1 Granulometria

A granulometria é o método de medida e de representação da distribuição dos tamanhos das partículas de uma amostra, utilizando uma serie de peneiras padronizadas para cálculo do modulo de finura. O módulo de finura de uma amostra de grãos representa o tamanho médio virtual dos grãos de areia dado pelo número de malhas por polegada linear da peneira. Segundo Nava (1997), a areia pode ser classificada de acordo com a dimensão de suas partículas e pela padronização de peneiras, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Classificação de areia.

Classificação da areia	Tamanho das Partículas	Peneiras – Padrão
Muito grossa	Entre 1,00 mm e 2,00 mm	10 a 18 malhas USS
Grossa	Entre 0,80 mm e 1,00 mm	18 a 38 malhas USS
Media	Entre 0,25 mm e 0,80 mm	38 a 60 malhas USS
Fina	Entre 0,125 mm e 0,25 mm	60 a 120 malhas USS
Muito fina	Entre 0,065 mm e 0,125 mm	120 a 230 malhas USS

Fonte: Nava, 1997.

1.2.2 Teor de Argilas AFS

Segundo a *American Foundrymen's Society*, partículas de diâmetro inferior a 0,020 mm e sedimentam –se com baixa velocidade é entendido como fração argila no setor de areia industrial.

1.2.3 Forma de Grãos

Os grãos de areia industrial são classificados quanto a sua forma segundo dois critérios, arredondamento e esfericidade. O arredondamento é o grau de desgaste das arestas dos grãos, podendo ser classificado em angular (grãos com arestas muito pouco desgastadas), subangular (grãos com arestas já com um certo desgaste, mas preservando as faces e grande parte da forma original do grão) e arredondados (grãos com arestas e faces bastante desgastadas por processos geológicos). A esfericidade é a propriedade que caracteriza a forma dos grãos em relação a uma esfera perfeita.

1.2.4 Composição Mineralógica

A areia é em geral um produto de desagregação de rochas, sendo constituída predominantemente de minerais resistente ao intemperismo, como quartzo. Entretanto, podem ocorrer vários outros minerais, tais como óxidos/hidróxidos de ferro (magnetita, limonita, goethita e hematita), feldspatos, micas, turmalinas, zircão, ilmenita e outros, que modificam a cor e a densidade das areias.

1.2.5 Composição Química

As características químicas da areia estão diretamente relacionadas com a sua composição mineralógica. A maioria das especificações técnicas para os diversos usos

industriais da areia limita os seus teores de SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , MnO_2 , CaO , TiO_2 , ZrO_2 , Cr_2O_3 , Na_2O e K_2O .

1.2.6 Refratariedade

É propriedade inerente à areia de suportar altas temperaturas sem se fundir ou se sinterizar. A refratariedade é diminuída pela presença de fundentes tais como cal, óxido de ferro, magnésio e álcalis. O quartzo apresenta as seguintes características quanto à temperatura: 1500°C - início de sinterização¹ e 1710°C – 1750°C – fusão.

1.2.7 Permeabilidade

É a propriedade que uma areia possui de permitir que um gás ou líquido percole através de si, que dependerá da existência ou não de espaços vazios ou poros interligados entre grãos. Areias com partículas de tamanhos variados, mal selecionados, apresentam um arcabouço mais fechado, diminuindo a sua permeabilidade, enquanto areias com partículas de tamanho mais uniformes, bem selecionadas, a qual exibe maior permeabilidade.

1.2.8 Coeficiente de Uniformidade

É empregado para determinar o grau de variabilidade nos tamanhos das partículas de uma areia. É a relação entre a abertura da malha da peneira, em mm, através da qual 40% em peso de uma amostra representativa fica retida, e o tamanho efetivo (abertura da malha, em mm, da peneira que deixa passar 10% em peso de uma amostra representativa de areia). O coeficiente de uniformidade é sempre maior ou igual a 1 e quanto mais ele se aproxima deste valor, maior a porcentagem de grãos compreendida em determinada faixa granulométrica, e com isso mais selecionada é a areia.

¹ Sinterização é o processo em que duas ou mais partículas sólidas se aglutinam por aquecimento a uma temperatura inferior à de fusão, mas suficientemente alta para possibilitar a difusão dos átomos das duas redes cristalinas.

1.2.9 pH

A medida do pH apresentado por uma areia vai definir a interferência da alcalinidade e/ou acidez na moldagem e/ou gera mancha nos utilizados em fundição.

1.2.10 Demanda de Ácido

A demanda de ácido é definida como a quantidade, em mm de HCl 0,1 N, necessária para solubilização de determinados componentes de uma quantidade padronizada de areia, em intervalo de tempo preestabelecido.

1.2.11 Teor de Umidade

O teor de umidade da areia industrial pode ser definido como o teor de água contido no material eliminável por evaporação. A umidade baixa altera as propriedades físicas ou mecânicas da areia, ocasionando defeitos na peça fundida, e a umidade alta interfere no processo de fabricação do vidro.

1.3 PRINCIPAIS ESPECIFICAÇÕES DAS AREIAS PARA INDÚSTRIA DE VIDRO

Segundo Zdunczyk & Linkus apud Luz e Lins (2005), a sílica é o principal óxido usado na formulação do vidro. Os fabricantes estabelecem as especificações requeridas da areia de quartzo, para cada tipo de vidro. Algumas especificações são muito observadas e impõem limites de impurezas para a areia de quartzo. Por exemplo, o teor de óxido de ferro é bastante crítico na fabricação de um vidro branco ou cristal. O ferro está presente na maioria, das matérias primas usadas na formulação do vidro e se requer um controle dessa impureza, de forma a obter uma cor consistente no produto final.

Segundo ainda esses autores, os minerais pesados, como ilmenita, cianita, leucoxênio e zirconita, são impurezas que trazem problemas na formulação do vidro, uma vez que, sendo minerais refratários, não fundem ou fundem parcialmente, resultando em partículas na massa vítrea.

Já para Harben & Kuzvart apud Luz & Lins (op. cit.) qualquer tipo de areia de quartzo para vidro deve conter, pelo menos, 98,5% SiO_2 (acima de 99% para vidro plano) com um máximo de Fe_2O_3 em torno de 0,08% para vidro plano, 0,1% para fibra de vidro e 0,3% para vasilhames de vidro colorido. Há ainda outros constituintes, cujas proporções são também rigidamente controladas: Al_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , ZrO_2 e Cr_2O . A presença de cobre, níquel e cobalto, mesmo em níveis de traços, podem produzir cores e defeitos no vidro, tornando-o inoportuno.

2 ÁREA DE ESTUDO

O trabalho desenvolveu estudos no Estado Rio de Janeiro que possui uma área de 44.268 Km² (Figura 1).



Figura 1 - Estado do Rio de Janeiro.

Fonte: DRM, 2006.

O Estado do Rio de Janeiro é a segunda maior economia entre os Estados brasileiros. O Produto Interno Bruto (PIB) do Estado representa 10,91 % do PIB nacional. Possui um grande potencial turístico, além de relevante parque industrial. Destacam-se no Estado, as indústrias metalúrgicas, siderúrgicas, químicas, alimentícias, mecânicas, editorial e gráfica, vidreira, de extração mineral, de derivados de petróleo e naval. Nele se concentram as maiores jazidas de petróleo do país, localizadas na plataforma continental.

2.1 GEOLOGIA REGIONAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

O Estado do Rio de Janeiro é predominantemente formada por rochas do Pré-Cambriano, sobressaindo-se migmatitos e gnaiss de diversos tipos, charnoquitos e granitos. Restritamente há ocorrência de rochas alcalinas precedentes de um magmatismo cretácio-terciário, depósitos de pequenas bacias terciárias e faixas contínuas correspondentes ao Grupo Barreiras e aos depósitos quaternários de restingas e fluviais.(DNPM, 1981).

No Estado do Rio de Janeiro, as áreas produtoras de areia industrial podem se caracterizar nas seguintes unidades geológicas: quartzitos do Complexo Paraíba do Sul, Grupo Barreiras, depósitos de praia, marinhos e fluvio-marinhos (Figura 2).

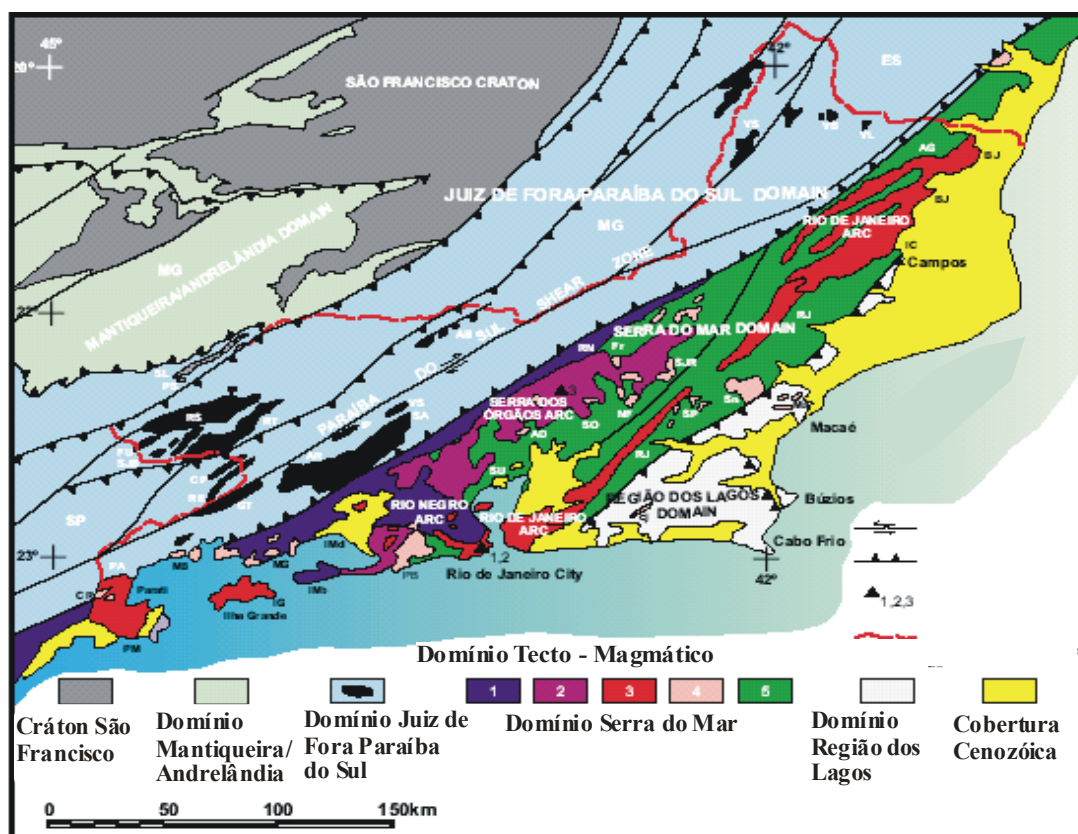


Figura 2 - Domínios tectono - magmáticos do Estado do Rio de Janeiro e áreas adjacentes.

Fonte: CPRM, 2001.

O Complexo Paraíba do Sul tem gnaisses e mesmo as rochas da suíte charnockítica estão catacladas e milonitizadas, tomando um aspecto de quartzito, com coloração esbranquiçada a rosada, com foliação subvertical devido aos esforços dinâmicos da zona de transcorrência de Além Paraíba (Almeida, et. al; 1981, apud DRM/RJ). Ocorrem também freqüentes intercalações de quartzitos e de rochas carbonáticas.

O Grupo Barreiras: Depósito detrítico pobremente selecionado com granulometria cascalho é constituído por areias grossas a conglomeráticas, com matriz caulínica e estruturas de estratificação cruzada planar na base do pacote; uma unidade intermediária composta de interlaminações de areias grossas quartzosas com matriz areno-argilosa e argilas arroxeadas levemente arenosas geralmente contendo horizontes lateríticos (CPRM, 2001).

Depósitos marinhos e fluvio marinhos, formados por sedimento compreendido por areias quartzosas de cores esbranquiçada, por vezes amarelado a acastanhada, exibindo uma razoável seleção, com grãos que variam de fino a muito grossos, subarredondados a arredondados, localmente conglomeráticas e com fragmentos de conchas marinhas. Às vezes observam-se estreitas faixas entre antigas linhas de praias de material mais úmido e escuro, argilo-arenoso, provavelmente originado das enchentes dos rios e córregos que fluem para o mar, atravessando os depósitos de areia em questão (CPRM, op. cit.).

Já os depósitos de praia, têm como característica, as estreitas faixas distribuídas ao longo do litoral. Algumas das faixas de praia atuais alcançam mais de 40km, como entre Saquarema e Cabo Frio, Essa unidade é constituída basicamente por areias marinhas quartzosas, bem selecionadas, homogêneas, sem estruturas, além de conchas e fragmentos de conchas irregularmente distribuídas em toda a sua área de ocorrência. Constituem campos de dunas recentes (CPRM, op. cit.).

Depósitos de sedimentos marinhos restritamente distribuídos no recôncavo da baía de Guanabara são observados dois níveis. Ambos são constituídos de areia grossa, mal

selecionada. O primeiro nível não exhibe estratificação, enquanto o segundo é ricamente estratificado. Este último nível, próximo a Magé, grada lateralmente a sedimentos finos a médios, bem selecionados (CPRM, op. cit.).

No Estado do Rio de Janeiro, os principais depósitos de areias litorâneas localizam-se em Macaé, Cabo Frio, Araruama, Maricá e Parati.

2.2 GEOLOGIA ECONÔMICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

O Estado do Rio de Janeiro caracteriza-se pela disponibilidade de recursos minerais não-metálicos, especialmente materiais para construção civil e água mineral. Destaca-se, também, pelas grandes reservas de óleo e gás natural da Bacia de Campos, responsável pela maior produção de petróleo do país. Em relação aos recursos minerais metálicos, destacam-se as areias portadoras de rutilo, ilmenita e zirconita.(CPRM, 2000).

O setor mineral do Estado do Rio de Janeiro, face ao contexto geológico do seu território, tem a disponibilidade dos seus recursos minerais ligados diretamente à atividade econômica da indústria dos minerais não-metálicos, tendo maior participação na Produção Mineral Brasileira - PMB, em especial, aqueles de uso imediato na construção civil.

Em 2004, a produção mineral dos não-metálicos foi da ordem de US\$ 211 milhões, respondendo as pedras britadas, areia e cascalho e argilas por quase 85% do valor relativo aos minerais não-metálicos e por 83% da produção global do Estado, excluindo o petróleo e o gás natural. Tendo em vista a baixa diversificação e valor agregado em poucas substâncias, os setores consumidores de bens minerais na economia do Estado, têm sua demanda atendida via produtores externos, principalmente localizados em Minas Gerais, Bahia e São Paulo.

Em termos efetivos, a produção mineral do Estado do Rio de Janeiro participa no cenário da produção mineral nacional contribuindo com valor de US\$ 228 milhões, excluindo-se desse cálculo petróleo e gás natural (Anuário Mineral, 2005).

Os principais municípios produtores de areia para construção civil são: Seropédica, Itaguaí, Queimados, Nova Iguaçu, Paracambi, Rio de Janeiro, Barra Mansa, Três Rios, Casimiro de Abreu, Cabo Frio e Silva Jardim.

Grande parte das empresas de extração de areia para construção está situada ao longo do rio Guandu (Itaguaí, Seropédica e outros municípios da Baixada Fluminense) e no rio São João (Silva Jardim), grandes reservas estão localizadas em outros municípios, tais como Cabo Frio, provável produtor de areia industrial.

A areia industrial é um dos bens minerais básicos na indústria de vidro. Somente a partir de 2005, é que foi implantada uma empresa produtora desse insumo, a Mineração Santo Estevão, situada no município de Quatis, onde são aproveitados quartzitos pertencentes ao Complexo Paraíba do Sul.

2.3 PESQUISA DE CAMPO

Com relação aos mercados consumidor e produtor foram feitas pesquisas, com apresentação de um questionário, através de contatos telefônicos ou pessoais. Apesar do questionário ter sido enviado a várias empresas via correio eletrônico, a obtenção das informações foi gerada a partir de contatos telefônicos ou pessoais com os setores técnicos referente ao consumo de areia industrial.

Foram pesquisadas 15 empresas, das quais sete são produtoras de vidro e as restantes utilizam o vidro como insumo. Verificou-se que duas, a Guardian do Brasil Vidros Planos Ltda e Owens – Illinois do Brasil SA Cisper, tem seu consumo parcialmente atendido pela

Mineração Santo Estevão e cinco, a Nadir Figueiredo Industria e Comercio, G. E. Lighting, M. Agostini Aladim, Schott Brasil Ltda, Eletrovidro SA, consomem areia industrial proveniente do município de Descalvado, Estado de São Paulo.

Em pesquisa feita junto ao Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), obteve-se a situação legal das empresas de mineração que tem lidam com areia, de um modo geral. Foram listadas: 23 empresas com requerimento de pesquisa, 104 com autorização de pesquisa, 21 com requerimento de lavra, 11 com concessão de lavra, 11 em disponibilidade e 78 com licenciamento. Com relação às empresas com concessão de lavra verificou-se que somente quatro delas são para areia industrial, objeto do estudo: Mineração Santo Estevão, Mineração Aguapeí, Minerale Mineração e a Rio Vale Agropecuária.

3 MERCADO CONSUMIDOR

3.1 MATERIAS-PRIMAS DA INDÚSTRIA DE VIDRO

O principal componente químico do vidro é a sílica, suprida na forma de areia quartzosa², com a função de fornecer SiO₂, presente nos vidros numa proporção média de 70%. Os outros materiais usados não são necessariamente formadores de vidro, sendo preciso atentar-se à natureza da estrutura do vidro para se definir o papel desses materiais (Coope, 1997, apud, Ferreira & Daitx, 2000).

Além da sílica, os principais componentes são: calcário ou dolomito, barrilha, e, para as embalagens de vidro o feldspato, que contém silicatos de alumínio, potássio, sódio e cálcio.

A produção de embalagem de vidro com matérias-primas virgens requer aproximadamente, 0,65 t de areia industrial, 0,22 t de barrilha, 0,19 t de calcário e 0,11 t de feldspato. Já os vidros planos necessitam cerca de 0,73 t de areia industrial, 0,24 t de calcário e 0,23 t de barrilha. O somatório desses insumos totaliza 1,17 t e 1,2 t de matérias-primas/t de vasilhame e vidro plano produzido, respectivamente. O excesso, 0,17 e 0,2 t, é perdido, principalmente como CO₂, durante a etapa de fusão, quando os materiais reagem um com o outro (Ruth & Dell'anno, 1997, apud Coelho, 2001).

Esses insumos apresentam as seguintes participações no custo total da matéria-prima do vidro: barrilha, 60%; areia industrial, entre 5% e 12%; calcário, entre 5% e 15%; feldspato, entre 7% e 19%. Essas parcelas não são exatas, pois a composição da matéria-prima varia com o tipo de vidro (Ruth & Dell'anno, 1997. op. cit.).

² Porcentagem de SiO₂ a partir de 98,5%.

O vidro reciclado, conhecido na indústria como sucata ou caco de vidro, pode ser usado como um substituto direto das matérias-primas virgens no processo de fabricação do vidro. A utilização de sucata de vidro proporciona importantes benefícios, nos quais incluem a redução do consumo de matérias-primas virgens, normalmente de custo mais elevado; a redução da emissão de CO₂, formado nas reações químicas das matérias-primas; o aumento da vida útil do forno acima de 30%, devido à diminuição do ponto de fusão e a redução do consumo de energia durante o estágio de fusão. Vale ressaltar que a indústria de vidro sempre utilizou a sucata produzida internamente no processo de produção.

O Brasil produz em média 890 mil toneladas de embalagens de vidro por ano, usando cerca de 45% de matéria-prima reciclada na forma de cacos. Parte dele é gerado como refugo nas fábricas e parte retornou por meio da coleta. O principal mercado para recipientes de vidros usados é formado pelas vidrarias, que compram o material de sucateiros na forma de cacos ou recebem diretamente de suas campanhas de reciclagem. Além de voltar à produção de embalagens. Do total reciclado, 40% é oriundo da indústria de envase, 40% mercado difuso, 10% do "canal frio" (bares, restaurantes, hotéis etc) e 10 % do refugo da indústria (CEMPRE, 2006).

O vidro deve ser preferencialmente separado por cor para evitar alterações de padrão visual do produto final e agregar valor. Frascos de remédios só podem ser reciclados se coletados separadamente e estiverem descontaminados (Figura 3).



Figura 3 - Material utilizado na reciclagem. (Fonte: ABIVIDRO, 2006).

A expansão do mercado de reciclagem depende principalmente da relação de custos entre a matéria-prima virgem e as matérias-primas secundárias, provenientes da sucata. O valor da matéria-prima virgem é resultante do seu custo de extração, da escassez das suas reservas e de seus custos (principalmente de energia) de processamento. O custo da sucata reciclável depende do custo da coleta, separação, beneficiamento e transporte (Seroa & Sayago, 1998). A Tabela 2 apresenta o preço do vidro reciclado no Estado do Rio de Janeiro.

Tabela 2 - Preço do material reciclado

	Vidro Incolor	Vidro Colorido
Rio de Janeiro	R \$ 90,00 /t	R \$ 70,00 /t

Fonte: CEMPRE (2006)

3.2 INDÚSTRIA DE VIDRO

O segmento brasileiro da indústria de vidros é constituído por cerca de 30 grandes empresas, com predominância de capital estrangeiro. Dois grupos, o Saint Gobain, de origem francesa, e o Cisper, de origem norte-americana (Owens-Illinois), dominam cerca de 60% do mercado (Coelho, 2001). A produção do segmento de vidros está concentrada na região Sudeste. A Figura 4 apresenta a distribuição da produção brasileira por Região.

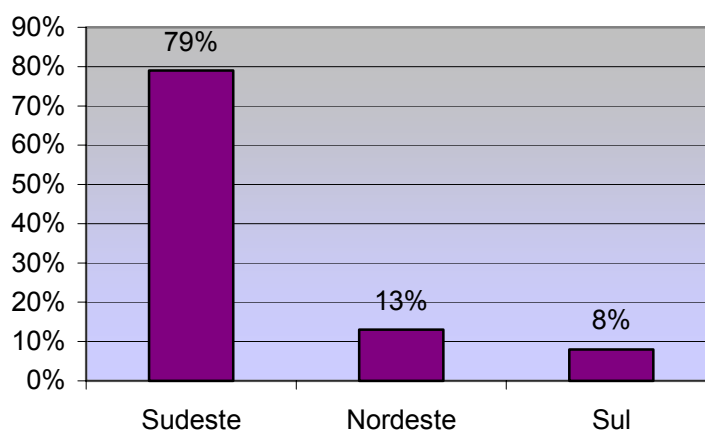


Figura 4 – Distribuição da Produção de Vidro por Região – 1999.

Fonte: ABIVIDRO (2000)

O segmento de vidro, quanto ao seu uso final, pode ser dividido em quatro tipos: vidro de embalagem, vidro plano, vidro de uso doméstico e vidro técnico (iluminação, cinescópios, isoladores/tijolos, garrafas térmicas, ampolas, oftálmicas e laboratórios) (Figura 5) e uma capacidade instalada no setor, em elevação (Tabela 3). Os mais importantes produtos do vidro, em volume são os vidros planos, os vidros brancos de embalagem e os vidros coloridos de embalagem. Outras aplicações são na fabricação de bulbos de lâmpadas e tubos de luz fluorescentes; telas de televisão e de computadores; fibras de vidro.

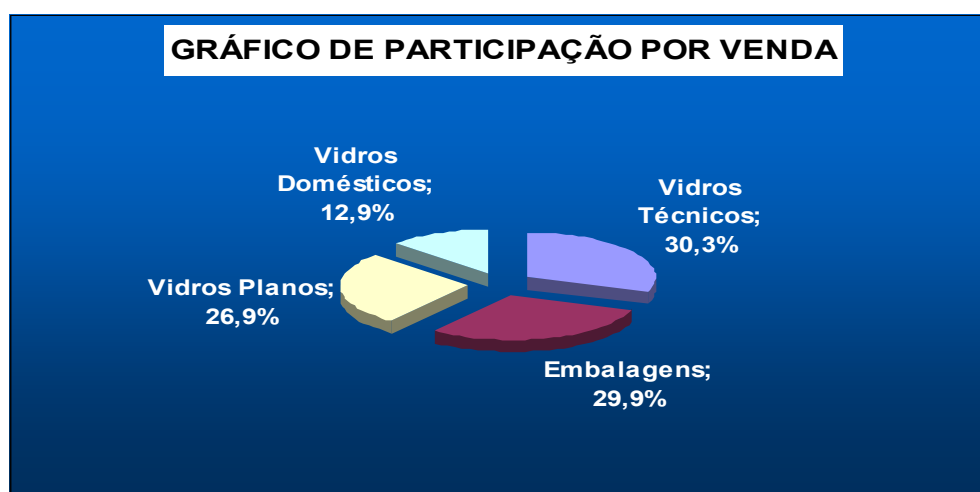


Figura 5 - Participação de vendas no setor vidreiro. *Fonte:* ABVIDRO, 2005.

Esse aumento da capacidade indica elevação do mercado consumidor de vidro, induzindo um aumento de produção e necessidade de compra de matérias primas, como a areia industrial, principal bem mineral desse setor.

Tabela 3

CAPACIDADE INSTALADA DO SETOR DE VIDRO (mil t/ano)

Segmento	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Variação
Embalagem	1.497	1.521	1.335	1.358	1.293	1.277	- 1,2%
Doméstico	218	227	236	236	296	283	- 4,4%
Técnicos	225	235	241	264	265	297	12,1%
Plano	960	1.110	1.110	1.050	1.050	1.240	18,1%
Total	2.900	3.093	2.922	2.908	2.904	3.097	6,6%

Fonte: ABIVIDRO, 2005.

3.3 CONSUMIDORES NO RIO DE JANEIRO.

Os principais consumidores de areia industrial no Estado do Rio de Janeiro estão relacionados com o setor vidreiro; embalagens de vidro, vidros planos, fibra de vidro, garrafas térmicas e ampolas. Em volume, os consumidores mais importantes são: Cisper/ Rimisa, da empresa Owens-Illinois do Brasil; Guardian do Brasil; GE Lighting; Eletrovidro; M. Agostini Aladim; Schott Brasil setor Vitrofarma; e Nadir Figueiredo. Esta última está atualmente com a sua produção suspensa no Estado do Rio de Janeiro. A AMBEV planeja construir uma fábrica de garrafas na região de Resende, RJ, para fabricar 100 mil t/ano (Valor Econômico, 12/04/2006).

Essas empresas, até recentemente, eram abastecidas, principalmente, por minas situadas na região de Descalvado, no Estado de São Paulo, cerca de 700km da Cidade do Rio de Janeiro.

4 MERCADO PRODUTOR DE AREIA INDUSTRIAL

Em pesquisa feita junto ao Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), foi possível identificar várias classificações referentes a areia como: areia industrial, areia para vidro, areia quartzosa, areia silicosa, areia para fundição, areia para filtros, areia para jateamento, areia para perfuração, areia, areia aluvionar, areia comum, areia de barranco, areia fina, areia fluvial, areia in natura e areia lavada.

No Rio de Janeiro, não se verificou a ocorrência de alguns tipos de classificação de areia como: areia silicosa, areia de perfuração, areia de jateamento, areia para filtros, areia comum e areia fina. O uso de areia para jateamento no Estado do Rio de Janeiro é proibido, pois esse tipo de aplicação, é nocivo à saúde humana. Os demais tipos estão representados pela Tabela 4, em relação ao Estado do Rio de Janeiro.

Tabela 4

Relação de tipos de areias e situação legal junto ao DNPM no Rio de Janeiro

Tipos de Areia	Requerimento de Pesquisa	Autorização de Pesquisa	Requerimento de Lavra	Concessão de Lavra	Disponibilidade	Licenciamento
Industrial	01	18	00	03	00	00
Vidro	02	04	03	04	02	00
Quartzosa	07	41	01	01	02	02
Fundição	11	02	01	00	02	00
Lavada	00	00	00	00	00	01
Aluvionar	00	03	00	00	00	01
Barranco	00	03	00	00	00	01
In Natura	00	07	00	00	01	22
Areia	02	25	16	04	04	50
Fluvial	00	01	00	00	00	01
Total	23	104	21	12	11	78

Fonte: DNPM, 2005.

As empresas de mineração com concessão de lavra, por município, são: Cabo Frio: Minerale Mineração e Comercio, Rio Vale Agropecuária, Areal Areminas e Areal Guanabara; Rio de Janeiro: Mineração Industria e Comercio Marapendi e Empresa de Caolim; Coroa

Grande: Aremar Mineração; Quatis: Santo Estevão Mineração e Participações; Rio Bonito: Emitang Empresa de Mineração Tanguá; Parati: Areal Santa Fé e Seropédica: Mineração Aguapeí.

4.1 EVOLUÇÃO DO MERCADO PRODUTOR NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Até recentemente, o suprimento de areia industrial no Estado do Rio de Janeiro era feito, quase que exclusivamente, pela Mineração Jundú Ltda., a maior do país localizada nos municípios de Descalvado e Analândia, no Estado de São Paulo (Ferreira & Daix, 2003).

Entretanto o mercado produtor do Estado do Rio de Janeiro já apresenta uma significativa mudança no setor de areia industrial, pois já existe extração neste Estado por empresa legalizada. Isto se deve a necessidade do mercado consumidor, principalmente do setor vidreiro de reduzir os custos de transporte.

Mesmo com as grandes restrições ambientais aplicadas a indústria mineração, o Estado do Rio de Janeiro já se possui uma empresa produtora de areia industrial: a Mineração Santo Estevão, localizada no município de Quatis.

Com a entrada desta mineração no mercado, os consumidores estão conseguindo diminuir os custos de transporte, devido a grande distância entre as empresas produtoras no município de Descalvado, SP e as principais consumidoras do Rio de Janeiro. A principal empresa consumidora desta é a Guardian, produtora de vidros plano, estabelecida em Porto Real, próxima a mineração. A O-I, atual denominação da Cisper, também já adquire da mineradora. Outras empresas, como a M Agostini e a Vitrofarma, estão em negociação com a Santo Estevão.

O Grupo Santa Elina, proprietário da Mineração Aguapeí SA, localizada no município de Seropédica, já possui concessão de lavra, desde de novembro de 2005, porém está aguardando licença ambiental. Atualmente, está lavrando areia para construção civil, que não

necessita de beneficiamento para retirada do feldspato. A região onde está localizada esta empresa é denominada de polígono Seropédica e Itaguaí, que é uma planície de inundação, constituída por areias inconsolidadas de granulometria variada e pacotes de espessuras de até 20 m, características propícias pela qual gerou o aquífero Piracema (terceiro maior do estado). Esse aquífero poroso, com reservas renováveis, apresenta elevada vulnerabilidade à contaminação pelas cavas abertas, com o afloramento do lençol freático (Erthal, 2005).

Apesar de apresentar apenas uma empresa produtora e um futuro entrante, no médio prazo, também existe uma outra como potencial entrante: Minerale Mineração e Comércio Ltda, situada na região de Cabo Frio, que já com concessão de lavra possuindo areia com especificações para aplicação na indústria de vidro.

Entretanto o mercado produtor mesmo em expansão no Estado do Rio de Janeiro tem como ponto de fraqueza o mercado dos substitutos, pois o vidro reciclado já entra com 46% da produção de vidro.

4.2 MINERAÇÃO SANTO ESTEVÃO

A Mineradora Santo Estevão e Participações S. A, localizada no município de Quatis, próxima da povoado de Floriano, situada próximo à Via Dutra (BR 116, RJ), começou a atuar no município com concessão de lavra em março de 2005, produzindo areia industrial. Esta mineração faz parte do mesmo grupo da Companhia Cimento Tupi, a qual no primeiro momento, fez sua solicitação junto ao DNPM, para exploração de areia para argamassa. A pesquisa mineral efetuada indicou que a região, composta por quartzitos friável e compacto, com grande potencial para produção de areia para indústria vidreira. Já foram feitos mais dez requerimentos, para os quartzitos da região, já que a concessão de lavra só possui reservas para uma vida útil de 10 anos.

Sua favorável localização próxima a uma grande consumidora, a indústria Guardian do Brasil, fabricantes de vidros planos, possibilitou firmar contrato com a mineradora.

Em 2005 foi iniciada a extração de areia industrial em uma antiga saibreira. A parcial área minerada passa por um processo de beneficiamento para atender a Guardian, que em seu processo utiliza 20% obtido da Santo Estevão.

A área de lavra situa-se no contexto do Complexo do Paraíba do Sul, apresentando gnaiss de cor rosada com intercalações de quartzitos. Nela apresentam afloramentos de quartzito branco bastante compacto no topo do gnaiss (Figura 6), e na forma mais friável e caolinizado (Figura 7 e 8), de granulação média a fina de cor rosada, na base da cobertura cenozóica. Atualmente, está sendo lavrado o quartzito mais friável. O teor de SiO_2 no minério varia entre 92 a 95 %, sendo restante constituído de argila.

A lavra é feita a céu aberto (Figura 9), em bancadas de 10m, com desmonte e carregamento feito por escavadeiras hidráulicas e transportada por caminhões até o beneficiamento. Seu beneficiamento é feito por britagem, peneiramento, hidrociclonação, separação magnética, entre outros (Figura 10 e 11).

O material final produzido é uma areia fina de cor branca com 99,15% SiO_2 e 3% de umidade que é fornecido a Guardian. Uma outra empresa consumidora dessa mineradora é a O-I (Cisper), que especifica um percentual de 98,9% de SiO_2 e exige zero de umidade.

Como rejeito do beneficiamento tem-se: material argiloso e fino. O rejeito de argila está sendo retido em uma barragem, à direita do Rio Paraíba do Sul, enquanto que os finos estão sendo estocados para futuras aplicações, por ser rico em feldspato. O estéril será recolocado na mina para reflorestamento para que possa ser redesenhado o relevo da região.



Figura 6 – Quartzito Compacto.



Figura 7– Quartzito Friável.



Figura 8 - Quartzito Caolinizado.



Figura 9 - Frente de Lavra.



Figura 10 e 11 - Instalações de beneficiamento da Mineradora Santo Estevão.

5 CONCLUSÃO

O estudo bibliográfico sobre a geologia regional Estado do Rio de Janeiro definiu regiões alvos para exploração de areia industrial, que atendem as especificações necessárias da indústria de vidro. Tais como quartzitos do Complexo Paraíba do Sul, principalmente localizados na região de Resende, sedimentos do Grupo Barreiras, constituído por areias grossa a conglomerática, mal selecionadas; depósitos de praia, formado por areia bem selecionada e homogênea além de depósitos marinhos e fluvio-marinhos, com sedimentos de areia quartzosa razoavelmente selecionada.

Além disto, foram pesquisados os mercados consumidores e produtores, através de aplicação de questionários e entrevistas, possibilitando uma breve análise desses mercados. Verificou-se que o mercado consumidor do Rio de Janeiro apresenta, atualmente, um grande custo de transporte da areia industrial, pois vem sendo suprido, por empresas situadas, principalmente, no município de Descalvado, SP.

Todavia, a partir de 2005, foi implantada a Mineração Santo Estevão, que começa a suprir parte das necessidades do mercado vidreiro, viabilizando uma importante redução de custo de transporte. Em visita a empresa foi constatado que sua exploração está situada em um ponto estratégico em relação à geologia e a localização geográfica. Atualmente, a mesma pode ser considerada como uma mineração de médio porte, utilizando tecnologia de beneficiamento que atende parcialmente as especificações das empresas consumidoras.

Caso o mercado consumidor demonstre um maior crescimento, o mercado produtor já apresenta prováveis entrantes: a Mineração Aguapeí (Seropédica) e a Mineração Minerale (Cabo Frio), além de uma provável expansão da Mineração Santo Estevão.

Pode-se verificar que o Estado do Rio de Janeiro, que além de apresentar um grande potencial geológico para produção de areia industrial para vidro, detém uma empresa de mineração com técnicas de beneficiamento suficientes para atender as necessidades e especificações de parte do mercado consumidor.

6 BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F.F.M De HASUI, Y., BRITO NEVES, B.B., FUCK, R.A., 1981. Brazilian structural provinces: an introduction. **Earth Science Review**, **17**: 1-29.
- ABIVIDRO - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDUSTRIAS AUTOMOTIVAS DE VIDRO. **Anuário 2005** (www.abividro.org.br). Acesso em 30-03-2006
- CEMPRE – CENTRO EMPRESARIAL DE RECICLAGEM. (www.cempre.org.br). Acesso em 31-03-. 2006
- COELHO, J.M. **Impacto da reestruturação do setor de feldspato no Brasil sobre as empresas de pequeno porte: Importância de uma nova abordagem na análise de investimento** (2001). Tese de doutorado em Ciências, Universidade Estadual de Campinas.
- COOPE, B. M. Introduction to the glass industry. **Industrial Minerals Glass Survey**, v. 77, p. 6-14, 1977.
- CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Estado do Rio de Janeiro**, p. 2-92, p.235-261. Brasília 2001.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL (1981). **Avaliação Regional do Setor Mineral do Estado do Rio de Janeiro**. Ministério das Minas e Energia. Boletim nº. 43, p. 9-52.
- . **Anuário Mineral Brasileiro 2005**, Parte II – Estatística Unidades da Federação, Rio de Janeiro. 13p. (www.dnmp.gov.br). Acesso em 26-04-2006
- . **Cadastro Mineiro**. (www.dnmp.gov.br). 26-11-2005
- DRM – DEPARTAMENTO RECURSOS MINERAIS. **Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro**. (www.drm.rj.gov.br) 26-03-2006

- ERTHAL, F. (2005). Extração de Areia no pólo de Seropédica e Itaguaí, Rio de Janeiro: Em exemplo de gestão da atividade extrativa. **ANEPAC – Areia & Brita**. jul/ago/set. N. ° 31, p. 32 – 38.
- FERREIRA, G. C. DAITX, E. C. (2000). Características e especificações da areia industrial. **Geociências**, UNESP, São Paulo, v, n.2, p.235-242.
- . (2003). A Mineração produtora de areia industrial na Região Sul do Brasil, **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, 56(1), p.59 – 65, jan. – mar.
- . (2003). Mercado Produtor de Areia Industrial nos Estados de São Paulo, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 22, N. Especial, p. 41-47.
- GÓMEZ, N. D'AMBROSIO, D. SANTOS, C. Ambev planeja produzir as próprias garrafas de vidro a partir de 2007. São Paulo e Rio de Janeiro. **Jornal Valor Econômico**, 12 de abril de 2006, p. B-10.
- HARBEN, P. W. KUZVART, M. (1996). Silica.– A global Geology”, **Industrial Minerals** p.352-364, Industrial Minerals Information Ltd, Metal Bulletin, PLC, London.
- LUZ, A. B. LINS, F. A F. (2005). Areia Industrial **Rochas & Minerais Industriais: usos e especificações**. Rio de Janeiro, CETEM/MCT, p.107-126.
- NAVA, N. Geologia das areias industriais. In: **Principais Depósitos Minerais do Brasil** Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral, 1997, p. 325-331.
- RUTH, M. DELL'ANNO, P. 1997. An Industrial Ecology of the US Glass Industry, *Resources Policy*, Vol. 23, pp. 109 - 124.
- SBGEO (<http://www.sbgéo.org.br/rgb/srgs/2encontrotematico.pdf>). 26-02-2006

SEROA, M. da , SAYAGO, D. E. (1997) Proposta de Instrumentos Econômicos Ambientais para a Redução do Lixo Urbano e Reaproveitamento de Sucatas no Brasil, Rio de Janeiro, jun/1998 IPEA/DIPES, Texto para Discussão 608.

ZUDUNZYK, M. J. LINKOUS, M. A. (1994). “Industrial Sand and Sandstone. **Industrial Minerals an Rocks**, 6th Edition, Society for Mining, Metallurgical and Exploration Inc, Donald D. Car Edition, p.897-891.